

PRVPATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen**Intyg
Certificate**

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande Swedish Seabased Energy AB, Uppsala SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0300870-3
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2003-03-27
Date of filing

REC'D 14 APR 2004

WIPO

PCT

Stockholm, 2004-03-24

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

Marita Öun
Marita Öun

Avgift
Fee

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

**PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET
SWEDEN**

Postadress/Adress
Box 5055
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone
+46 8 782 25 00
Vx 08-782 25 00

Telex
17978
PATOREG S

Telefax
+46 8 666 02 86
08-666 02 86

VÅGKRAFTAGGREGAT

Uppfinningens område

Föreliggande uppfinning hänför sig ur en första aspekt till ett vågkraftaggregat, innefattande en flytkropp och en elektrisk linjärgenerator, vars rotor medelst förbindelseorgan är förbunden med flytkroppen och vars stator är anordnad att förankras i havs/sjö-botten, vilket aggregat även innefattar fjädringsorgan anordnat att utöva en kraft på rotorn, vilken kraft under åtminstone en del av rotorns rörelse är motriktad den av flytkroppen på rotorn utövande lyftkraften, varvid rotorn till följd av rörelser hos flytkroppen och den av fjädringsorganet utövande kraften är anordnad att utföra en fram- och återgående rörelse mellan två ändlägen definierande rotorns slaglängd, varvid aggregatet är anordnat för en bestämd maximal slaglängd. Rotorns rörelseriktning definierar generatorns längdriktning och ett plan vinkelrätt mot rörelseriktningen definierar generatorns tvärriktning.

Ur en andra aspekt hänför sig uppfinningen till ett vågkraftverk innefattande ett flertal vågkraftaggregat enligt uppfinningen.

Ur en tredje aspekt hänför sig uppfinningen till användning av det uppfunna vågkraftaggregatet för att producera elektrisk ström.

Ur en fjärde aspekt hänför sig uppfinningen till ett förfarande för generering av elektrisk energi.

I föreliggande ansökan används termen rotor för linjärgeneratorns rörliga del. Det torde således förstås att termen rotor ej avser en roterande kropp utan en linjärt fram- och återgående kropp. Med rotorns rörelseriktning avses således dess linjärrörelseriktning.

Vågkraftaggregatet enligt uppfinningen är i första hand avsett för men ej begränsat till tillämpningar upp till 500 kW.

Att statorn är anordnad för förankring i havsbotten innebär ej nödvändigtvis att den är belägen på ensamma. Ej heller att den måste vara stelt förbunden med havsbotten. Således kan statorkonstruktionen naturligtvis vara flytande uppbyggen och förankringen endast utgöras av en lina eller liknande som förhindrar att aggregatet driver iväg.

Uppfinningens bakgrund

Vågrörelser i hav och stora insjöar är en potentiell energikälla som hitintills är föga utnyttjad. Den tillgängliga vågenergin beror på våghöjden och är naturligt-

vis olika för olika platser. Den genomsnittliga vågenergin under ett år är avhängig de olika vindförhållandena, som påverkas mycket av platsens avstånd från närmaste kust. Mätningar har bl.a. gjorts i Nordsjön. Vid ett mätställe ca 100 km väster om Jyllands kust där djupet var ca 50 m har uppmätningar av våghöjden gjorts.

5 För att nyttiggöra energin som är tillgänglig genom havsvågornas rörelser har olika slag av vågkraftaggregat för generering av elkraft föreslagits. Dessa har dock ej lyckats kunna konkurrera framgångsrikt med konventionell elkraftsproduktion. Hittills förverkligade vågkraftverk har i huvudsak varit försöksanläggningar eller använts för lokal energiförsörjning till navigationsbojar. För att kommersiell el-
10 produktion ska kunna vara möjlig och därmed ge tillgång till den stora energireserv som finns i havsvågornas rörelser erfordras inte bara att utplaceringen av aggregaten sker på lämpligt lokaliserade ställen. Det är också nödvändigt att aggregatet är driftsäkert, har hög verkningsgrad samt låg tillverknings- och driftskostnad.

Bland de tänkbara principer för omvandlingen av vågrörelseenergin till
15 elektrisk energi torde därvid en linjärgenerator i störst utsträckning motsvara dessa krav.

Flytkroppens vertikala rörelser förorsakade av vågrörelserna kan därmed direkt överföras till en fram och återgående rörelse hos generatorns rotor. En linjärgenerator kan utföras mycket robust och enkel och genom att den förankras vid
20 bottnen blir den stabilt opåverkbar av strömningar i vattnet. Den enda rörliga delen hos generatorm blir den fram- och återgående rotorn. Aggregatet blir genom sina få rörliga delar och sin enkla konstruktiva uppbyggnad mycket driftsäkert.

Genom exempelvis US 6 020 653 är förut känt ett vågkraftaggregat som baserar sig på linjärgeneratorprincipen. Skriften beskriver således en vid bottnen
25 förankrad generator som producerar elenergi från havsyttans vågrörelser. En generatorspole är förbunden med en flytkropp så att spolen rör sig upp och ned med vågrörelserna. Ett magnetfält verkar på spolen då den rör sig så att en elektromagnetisk kraft alstras i denna. Magnetfältet är sådant att det åstadkommer ett likformigt fält med enkelmagnetisk orientering utmed hela spolens slaglängd. Generatorm
30 ratoren innefattar en basplatta på havsbottnen som bär upp magnetkärnan i vilken spolen rör sig.

Vidare är genom US 4 539 485 förut känt ett vågkraftaggregat försedd med en elektrisk linjärgenerator. Dess rotor består av ett antal permanentmagneter och generatorns lindning är anordnad i den omgivande statorn.

I PCT/SE02/02405 beskrivs vidare ett vågkraftaggregat med linjärgenerator vid vilket rotorn är permanentmagnetisk och statorn innefattar lindning bildande ett flertal poler fördelade i rotorns rörelseriktning. Ett fjädringsorgan är anordnat som en dragfjäder och utövar en nedåtriktad dragkraft på rotorn, dvs. riktad mot flytkroppens lyftkraft.

Då flytkroppen lyfts av en våg medför detta att rotorn i generatorn dras uppåt. En del av den då alstrade energin omvandlas till elektrisk energi och en del lagras i dragfjädern. Då flytkroppen därefter rör sig från en vågtopp till en vågdal dras rotorn nedåt av dragfjädern. Därvid omvandlas den i fjädern lagrade energin till elektrisk energi.

Då en enkel mekanisk dragfjäder används kommer omvandlingen till elektrisk energi att ske olikformigt, vilket skapar störningar och ger dåliga betingelser för energiomvandlingen.

Ändamålet med föreliggande uppfinning är mot denna bakgrund att söka bemästra detta problem vid ett vågkraftaggregat av det aktuella slaget så att omvandlingen till elektrisk energi optimeras.

Redogörelse för uppfinningen

Det uppställda ändamålet har ur uppfinningens första aspekt ernåtts genom att ett vågkraftaggregat av det i patentkravets 1 ingress angivna slaget innefattande de speciella särdragen att fjädringsorganet är anordnat att vid en rörelseamplitud motsvarande 50% av rotorns maximala slaglängd utöva en kraft vars storlek varierar med en faktor som är högst 2,5.

Lösningen enligt uppfinningen baserar sig på en identifiering av orsakerna till uppkomsten av störningarna och den dåliga energiomvandlingen. Orsakerna kan härledas till funktionssättet hos en mekanisk dragfjäder. Fjäderkraften hos en sådan är normalt proportionellt mot fjäderns förlängning från ett neutralläge. Därmed kommer den av fjädern utövade kraften på rotorn att variera avsevärt under rotorns rörelse och därmed även rotorns hastighet. Vid uppåtgående rörelse hos rotorn överföres till en början en relativt stor del av energin till elektrisk energi och endast en mindre del till fjädern eftersom motkraften från denna då är förhållandevis lite. Under rörelsens senare del blir förhållandet det motsatta eftersom fjäderkraften då är större. Ett motsvarande förlopp uppträder även vid den nedåtgående

rörelsen. Här står en avgörande orsak till de olikformiga energiomvandlingen att finna.

Baserat på denna insikt används enligt uppfinningen således ett fjädringsorgan där nämnda olikformighet reduceras genom att fjädringskraftens variation
5 begränsas. Tack vare att fjädringskraftens variation är högst 1:2,5 under nämnda intrvall kommer förhållandet mellan den energi som lagras i fjädringsorganet och den energi som omvandlas till elektrisk energi att variera relativt lite under rotorns rörelse. Följden blir en förbättrad omvandling till elektrisk energi.

Den begränsade variationen av fjädringskraften som funktion av rotorns
10 läge kan åstadkommas på många olika sätt. Exempelvis kan en mycket lång fjäder användas, vilken redan i det rotorläge som motsvarar kort fjäderlängd är såpass spänd att dragkraften uppgår till halva den dragkraft som uppträder i det andra ändläget. Ett annat sätt är att fjädringsorganet är sammansatt av ett flertal fjädrar som ger en total fjäderkaraktistik av önskad beskaffenhet. Att använda en tor-
15 sionsfjäder utgör ytterligare ett tänkbart alternativ. Vidare finns andra slag av fjädrar än rent mekaniska som med fördel kan användas för att uppnå den eftersträvande kraftvariationen.

Enligt en föredragen utföringsform av det uppfunna vågkraftaggregatet variera storleken av fjädringsorganets kraft inom nämnda intervall med en faktor som
20 är högst 1,25. Såsom torde ha framgått av redogörelsen ovan är det önskvärt att kraften varierar så lite som möjligt under rörelsen. Ehuru redan ett variationsområde på 1:2,5 medför betydande fördelar är det än mer gynnsamt med ett snävre variationsområde. Därför medför en variation på högst 1:1,25 ett speciellt gynnsamt utförande.

25 Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är kraften i huvudsak konstant. Såsom torde framgå av resonemanget närmast ovan utgör detta den optimala utföringsformen avseende det problem som föreliggande uppfinning är fokuserad på.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är fjädringsorganet anordnat
30 att vid en rörelseamplitud motsvarande 90 % av rotorns maximala slaglängd utöva en kraft, vars storlek varierar med en faktor som är högst 10. Visserligen tillgodos görs uppfinningens fördelar i hög grad även då området för kraftvariationsbegränsning bara utgör ca 50 % av den maximala slaglängden eftersom vågrörelserna oftast ligger inom detta område. Även när vågrörelserna är större än så upp-

nås ju effekten under den större delen av rörelsen. Om området för begränsning av kraftvariationen dock utsträcks i enlighet med denna utföringsform kommer uppfinningens fördelar att kunna tillgodogöras fullt ut även vid mycket kraftiga vågrörelser.

5 Enligt ytterligare en föredragen utföringsform varierar kraften med en faktor av högst 1,5 under detta större område. Därmed uppnås ett speciellt gynnsamt utförande.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform innefattar fjädringsorganet en gasfjäder. Eftersom en sådan normalt har en fjädringskraft som i huvudsak är
10 konstant oberoende av förlängningsgrad är användandet av en gasfjäder i detta sammanhang synnerligen ändamålsenligt.

Enligt en alternativ utföringsform är fjädringsorganet mekaniskt. Visserligen kräver en sådan lösning speciella åtgärder för att påverka fjäderkaraktärstiken. Vid vissa applikationer kan dock denna utföringsform erbjuda en fördelaktigt
15 enkel och tillförlitlig realisering av uppfinningen.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform har fjädringsorganet olinjär fjäderkaraktärstik. Detta underlättar att optimera kraftvariationen under beaktande av andra betingelser som påverkar förloppet.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform innefattar fjädringsorganet
20 en aktivt styrd fjäder. Fjädringskraftens förändring kan därmed anpassas till specifika omständigheter som uppträder under förloppet, t.ex. genom att styra fjäderkraften i beroende av någon för energiomvandlingens effektivitet signifikant parameter.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform innefattar fjädringsorganet
25 ett flertal fjädrar. Detta är en enkel metod att åstadkomma eftersträvad profil för kraftens variation.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är fjädringsorganet anordnat att under en kort sträcka intill det ändläge hos rotorn som motsvaras av flytkroppens läge på en vågtopp vid maximal slaglängd utöva en kraft som är flera gånger
30 större än den maximala kraften under 90 % av rotorns maximala slaglängd. Därmed uppnås en kraftig inbromsning av rotorns uppåtgående rörelse i dess slutfas när vågrörelsen är sådan att maximal slaglängd utnyttjas. Med denna inbromsning undviks skaderisker jämfört med om ett stelt stopp begränsar slaglängden.

Därvid utgör enligt en föredragen utföringsform nämnda korta sträcka mindre än 10 % av rotorns maximala slaglängd. En inbromsningssträcka i den storleksordningen är tillräckligt stor för att medge en någorlunda mjuk inbromsning och tillräckligt liten för att ej ha någon störande inverkan på rörelseförloppet i övrigt. Företrädesvis är nämnda sträcka mindre än 5 % av maximala slaglängden.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform ökar kraften under nämnda korta sträcka med avtagande avstånd till ändläget. Inbromsningen blir därmed harmonisk i det att den inledningsvis sker mjukt och första alldeles intill ändläget med full styrka.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform innefattar fjädringsorganet ett eller flera separata fjädringselement för anbringande av kraft under nämnda korta sträcka. Då fjädringskraften under denna sträcka skall skilja sig avsevärt från den under resten av rörelsen är ett eller flera separata element ett enkelt och ändamålsenligt sätt att uppnå detta.

Därvid är enligt en föredragen utföringsform vadera separata fjädringselementet en mekanisk tryck- eller dragfjäder. En sådan är lämplig för åstadkommande av den önskvärda karaktäristiken under denna fas. Elementet kan företrädesvis utgöras av en gummikropp.

Ovan angivna föredragna utföringsformer av det uppfunna vågkraftaggregatet anges i de av kravet 1 beroende patentkraven.

Ur uppfinningens andra, tredje och fjärde aspekter har det uppställda ändamålet ernåtts genom att ett vågkraftverk innefattar ett flertal vågkraftaggregat enligt uppfinningen, genom användning av ett vågkraftverk enligt uppfinningen för att producera elektrisk ström, respektive genom att ett förfarande för produktion av elektrisk ström genomförs medelst ett vågkraftaggregat enligt uppfinningen, vilket anges i kraven 16, 17 respektive 18.

Genom det uppfunna vågkraftaggregatet, den uppfunna användningen och det uppfunna förfarandet vinnes fördelar av motsvarande slag som vid det uppfunna vågkraftaggregatet och de föredragna utföringsformerna av detta och som redogjorts för ovan.

Uppfinningen förklaras närmare genom efterföljande detaljerade beskrivning av fördelaktiga utföringsexempel av densamma under hänvisning till medföljande ritningsfigurer.

Kort beskrivning av ritningarna

- Fig. 1 är en schematisk sidovy av ett känt vågkraftaggregat av det slag uppfinningen hänför sig till.
- Fig. 2 är ett snitt längs linjen II - II i fig. 1.
- 5 Fig. 3 visar en detalj hos ett vågkraftaggregat som faller utanför uppfinningens ram.
- Fig. 4 är en graf illustrerande fjäderkraften som funktion av rörelsesträcka vid vågkraftaggregatet enligt fig. 3.
- Fig. 5 visar på samma sätt som i fig. 3 en motsvarande detalj hos ett vågkraftaggregat i enlighet med uppfinningen.
- 10 Fig. 6 är en graf motsvarande den i fig. 4 och relaterad till fig. 5.
- Fig. 7 visar ett alternativt utföringsexempel av en detalj av uppfinningen.
- Fig. 8 är en graf motsvarande den i fig. 4 och 5 och som är relaterad till exemplet i fig. 7.
- 15 Fig. 9 visar ytterligare ett alternativt utföringsexempel av en detalj av uppfinningen.
- Fig. 10 är en graf motsvarande den i fig. 4 och 5 och som är relaterad till exemplet i fig. 9.
- Fig. 11 visar ytterligare ett alternativt utföringsexempel av en detalj av uppfinningen.
- 20 Fig. 12 är en graf motsvarande den i fig. 4 och 5 och som är relaterad till exemplet i fig. 11.
- Fig. 13. är en motsvarande graf illustrerande ett ytterligare utföringsexempel.
- Fig. 14 illustrerar ett alternativt utföringsexempel på fjädringsorganet.
- 25 Fig. 15 illustrerar ytterligare ett alternativt utföringsexempel på fjädringsorganet.
- Fig. 16 är en graf illustrerande alternativa samband mellan rotorns läge och fjäderkraften.
- Fig. 17 är ett schema som illustrerar sammankopplingen av ett flertal aggregat enligt uppfinningen till ett vågkraftverk.
- 30

Beskrivning av fördelaktiga utföringsexempel

Fig. 1 illustrerar principen för ett vågkraftaggregat enligt uppfinningen. En flytkropp 3 är anordnad att flyta på havsytan 2. Vågor bibringar flytkroppen 3 fram- och återgående vertikalrörelse. Vid botten 1 är en linjärgenerator 5 förankrad via

en i botten fäst basplatta 8 som kan vara en betongplatta. Vid basplattan 8 är linjärgeneratorns stator 6a, 6c fäst. Statorn består av fyra vertikala pelarliknande statorpaket av vilka endast två är synliga i figuren. I utrymmet mellan statorpaketen är generatorns rotor 7 anordnad. Denna är förbunden med flytkroppen 3 medelst en
5 lina 4. Rotorn 7 är av permanentmagnetiskt material.

Basplattan 8 har ett centralt anordnat hål 10, och koncentriskt med detta är ett bottenhål 9 upptaget i havsbotten. Bottenhålet 9 kan lämpligtvis vara fodrat. Vid bottenhålets 9 nedre ände är en dragfjäder 11 fäst, vilken med sin andra ände är fäst vid rotorns 7 nedre ände. Hålet 10 i basplattan 8 och bottenhålet 9 har en
10 diameter som medger att rotorn 7 kan röra sig fritt genom dessa.

Vardera statorpaket 6a, 6c är sammansatt av ett antal moduler. I det visade exemplet är på statorpaketet 6a markerat hur detta är uppdelat i tre vertikalt fördelade moduler 61, 62, 63.

Då flytkroppen 3 genom vågrörelsema i havsytan 2 rör sig upp och ner
15 överförs denna rörelse via linan 4 till rotorn 7 som får en motsvarande fram- och återgående rörelse mellan statorpaketen. Därmed genereras ström i statorlindningarna. Bottenhålet 9 medger att rotorn kan passera hela statorn i sin nedåtgående rörelse. Dragfjäders 11 ger en tillskottskraft för den nedåtgående rörelsen så att linan 4 hela tiden hålls sträckt.

20 Fjäders 11 kan också vara utformad så att den i vissa situationer även kan utöva en uppåtriktad kraft. Med ett reglerorgan 28 kan fjäderns fjäderkonstant regleras så att resonans uppnås så stor del av tiden som möjligt.

För att kunna motstå saltvatten är statorn hel eller delvis impregnerad med VPI eller silikon.

25 Figur 2 är ett snitt längs linjen II-II i fig. 1. I detta exempel har rotorn 7 kvadratisk tvärsnitt och ett statorpaket 6a-6d är anordnad vid vardera av rotorns 7 sidor. Med 12a-12d markeras respektive statorpakets lindning. Av figuren framgår även plåtarnas orientering i vardera statorpaket. Luftgapet mellan rotorn och intilliggande statorpaket är i storleksordningen någon mm.

30 Grundprincipen för föreliggande uppfinning illustreras i fig. 3 - 6. Fig. 3 illustrerar schematiskt ett vågkraftaggregats rotor 7, en vid denna fäst dragfjäder 11 och linan 4 som förbinder rotorn 7 med flytkroppen. Figuren är avsedd att åskådliggöra det problem föreliggande uppfinning är relaterat till och visar därför ett utförande som ligger utanför uppfinningens ram. Rotorn visas i sitt nedre maximala

ändläge. Figuren är försedd med en längdskala, där 0 representerar rotorns nedre ändläge och 4 dess övre ändläge. Längdenheten kan för enkelhetens skull anges vara meter. I det nedre ändläget för rotorn är fjädern i sitt neutralläge och utövar ingen kraft på rotorn 7. Då rotorn 7 av flytkroppens lyftrörelse dras uppåt spänns
5 fjädern 11 så att rotorn vid $s = 1$ påverkas av en dragkraft F_1 från dragfjädern och vid $s = 2$ av en dragkraft F_2 från dragfjädern etc. Kraften från fjädern är proportionell mot förlängningen så att $F_2 = 2 F_1$ etc.

Detta illustreras i grafen i fig. 4 där fjädringskraften F anges som funktion av rotorns avstånd s från sitt nedre ändläge. Denna ökar alltså kraftigt under den
10 uppåtgående rörelsen, vilket leder till de i beskrivningsinledningen angivna olägenheterna. Även vid relativt måttlig vågampplitud motsvarande en slaglängd av halva den maximala varierar kraftens med en faktor 3. F_0 = kraften vid nedre ändläget = 0. F_4 = kraften vid övre ändläget. För en amplitud 90 % av maximala slaglängden kommer kraften att variera med en faktor 19.

Fig. 5 illustrerar på motsvarande sätt som i fig. 3 ett vågkraftaggregat i enlighet med uppfinningen. Här är dragfjädern 11 förspänd då rotorn befinner sig i sitt nedre ändläge. Fjädern 11 har i det läget en längd som är tre gånger dess längd vid neutralläget. Därmed påverkas rotorn redan vid sitt nedre maximala ändläge av en kraft F_0 från fjädern. Fjäderkraften F_1 då rotorn förflyttat sig 1 meter
20 uppåt blir med den angivna utgångspunkten $F_1 = \frac{3}{2}F_0$. I läget 2 meter ovanför ändläget blir kraften $F_2 = \frac{4}{2}F_0$.

I grafen i fig. 6 illustreras på motsvarande sätt som i fig. 4 hur kraften varierar med rotorns avstånd från sitt nedre ändläge. Kraften kommer att variera med en faktor 3 mellan ändlägena. Vid rotorörelser på halva maximala slaglängden
25 kommer kraften som mest att variera med en faktor 1,7. Vid rotorörelser motsvarande 90 % av maximala slaglängden kommer kraften att variera med en faktor av ca 3.

Ett utförande enligt fig. 5 reducerar således avsevärt problemet med varierande kraft, om än i begränsad grad. Eftersträvansvärt är att få lutningen på grafen
30 så flack som möjligt. Ännu flackare lutning kan naturligtvis erhållas genom att utnyttja en ännu längre fjäder som i rotorns nedre ändläge är mer utdragen än i det i fig. 5 visade exemplet. Det kan dock medföra praktiska olägenheter att ha en

mycket lång dragfjäder. Motsvarande effekt kan i stället erhållas genom att låta fjädringsorganet vara sammansatt av ett flertal separata fjädringselement som är kopplade på ett sådant sätt att en flack karaktäristik uppnås i F-s-diagrammet.

I fig. 7 visas en alternativ utföringsform där fjädringsorganet utgörs av en torsionsfjäder 11a, kopplad till rotorn via en rörelseöverföringsmekanism 13 som omvandlar linjär rörelse till rotationsrörelse.

Med lämpligt utförande av torsionsfjädern och förspänningsgrad av denna kan en förhållandevis flack F-s-graf erhållas såsom illustreras i fig. 8, där fjäderkraften på rotorn mellan dess maximala ändlägen varierar mindre än 20 %.

I fig. 9 illustreras ytterligare ett alternativt utföringsexempel av uppfinningen. Fjädringsorganet utgörs här av en gasfjäder 11b. En sådan är utomordentligt lämplig i detta sammanhang eftersom gasfjädrar finns i utföranden där fjädringskraften är i huvudsak konstant oberoende av förlängningen.

I fig. 10 illustreras detta i en graf av motsvarande slag som de tidigare visade graferna.

Ytterligare ett utföringsexempel visas i fig. 11. Vid statorpaketets övre ände är på vardera statorenhet fäst ett stag 14 på vilken är fäst vardera en gummikropp 15. Då rotorn närmare sig sitt övre ändläge kommer den i slutskedet att anligga mot gummikropparna 15 som då pressas samman. Gummikropparna utgör därvid en del av det totala fjädringsorgan som påverkar rotorn 7 och som i övrigt kan innefatta något av de tidigare beskrivna fjädringselementen. Syftet med gummikropparna är att få en mjuk inbromsning av rotorn intill ändläget.

Från det ögonblick rotorn kommer i kontakt med gummikropparna 15 adderas en start nedåtriktad kraft på rotorn, vilken växer mycket kraftigt då den pressas samman gummikropparna. Detta förlopp illustreras grafiskt i fig. 12.

Ett motsvarande arrangemang kan anordnas vid rotorns nedre maximala ändläge. Detta utförande representeras i grafen i fig. 13.

Det må framhållas att ovan gjorda beskrivning utgår från en idealiserad förenkling. Bilden kompliceras av att flytkroppens upp- och nedåtgående rörelse är olikformig beroende av vågornas form. Vidare kommer flytkroppens nedsänkning i vattnet att påverkas i beroende av motkraftens storlek, vilket tillsammans med lians töjbarhet ger ytterligare tillskott av elastiska krafter. Dessa aspekter inverkar dock förhållandevis marginellt och förtar ej relevansen hos den grundläggande principen

I fig. 14 illustreras hur fjädringsorganet 11c kan var sammansatt av ett flertal fjädrar, där vardera fjäder kan ha en speciell karaktäristik och där infästningspunkten kan vara på olika höjd. Olika slag av fjädrar kan innefattas och vara kopplade på olika sätt till varandra.

5 I fig. 15 illustreras hur ett fjädringsorgans fjäderkraft kan styras. Detta symboliseras i figuren med ett förskjutbart infästningsstöd 16, vars läge påverkas av en styrenhet 17. Denna kan vara anordnad att automatiskt styra infästningsstöds läge som svar på signaler på en avkänningsenhet 18, vilken t.ex. kan avkänna den i statorn genererade strömmen.

10 Fjäderkraftens storlek som funktion av rotorns läge behöver ej nödvändigtvis vara linjärt. I fig. 16 illustreras några exempel där detta ej är fallet. Funktionen kan således vara sådan att fjäderkraften ökar kraftigare ju större rotorns avstånd från bottenläget är, vilket motsvarar kurva A. det motsatta kan även vara tänkbart, såsom i kurva B. Kurvorna C och D representerar förlopp där fjäderkraften har ett maximum respektive ett minimum vid rotorns mittläge. Kurva E illustrerar ytterligare ett alternativ, där funktionen är sammansatt av flera linjära delsträckor. De illustrerade funktionerna kan erhållas genom lämplig kombination av fjädrar och/eller styrning av respektive fjäders kraft.

20 Ett vågkraftverk enligt uppfinningen består av två eller flera aggregat av det ovan beskrivna slaget. I fig. 17 illustreras hur dessa sammankopplas för att leverera energi till ett elnät. I det visade exemplet består kraftverket av tre stycken aggregat symboliskt markerade med 20a-20c. Vardera aggregat är via en brytare eller kontaktor 21 och en likriktare 22 ansluten till en växelriktare 23, i en bipolär koppling enligt figuren. I figuren är kopplingsschema utritat endast för aggregatet 25 20a. Det torde förstås att övriga aggregat 20b, 20c är anslutna på motsvarande sätt. Växelriktaren 23 levererar trefasström till elnätet 25, eventuellt via en transformator 24 och/eller ett filter. Likriktarna kan vara dioder som kan vara styrda och av typen IGBT, GTO eller tyristor, innefatta styrda bipolära komponenter eller vara ostyrda.

30 Spänningarna på DC-sidan kan vara parallellkopplade, seriekopplade eller en kombination av båda delarna.

PATENTKRAV

1. Vågkraftaggregat innefattande en flytkropp (3) och en elektrisk linjärgenerator (5), vars rotor (7) medelst förbindelseorgan (4) är förbunden med flytkroppen
5 så att lyftkraft överförs från flytkroppen (3) till rotorn (7) och vars stator (6) är anordnad att förankras i havs/sjö-botten (1), vilket aggregat även innefattar fjädringsorgan (11, 11a, 11b) anordnat att utöva en kraft på rotorn (7) vilken kraft under åtminstone en del av rotorns (7) rörelse är motriktad den av flytkroppen (3) på rotorn (7) utövade lyftkraften, varvid rotorn (7) till följd av rörelsen hos flytkroppen (3)
10 och den av fjädringsorganet (11, 11a, 11b) utövade kraften är anordnad att utföra en fram- och återgående rörelse mellan två ändlägen definierande rotorns (7) slaglängd, varvid aggregatet är anordnat för en bestämd maximal slaglängd, kännetecknat av att fjädringsorganet (11, 11a, 11b) är anordnat att vid en rörelseamplitud motsvarande 50 % av rotorns (7) maximala slaglängd utöva en kraft, vars
15 storlek varierar med en faktor som är högst 2,5.
2. Vågkraftaggregat enligt patentkrav 1, kännetecknat av att storleken hos nämnda kraft varierar med en faktor som är högst 1,25.
- 20 3. Vågkraftaggregat enligt patentkrav 2, kännetecknat av att storleken hos nämnda kraft är i huvudsak konstant.
4. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 3, kännetecknat av att fjädringsorganet (11, 11a, 11b) är anordnat att vid en rörelseamplitud motsvarande
25 90 % av rotorns (7) maximala slaglängd utöva en kraft, vars storlek varierar med en faktor som är högt 10.
5. Vågkraftaggregat enligt patentkravet 4, kännetecknat av att fjädringsorganet (11, 11a, 11b) är anordnat att vid en rörelseamplitud motsvarande 90 % av
30 rotorns (7) maximala slaglängd utöva en kraft, vars storlek varierar med en faktor som är högst 1,5.
6. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 5, kännetecknat av att fjädringsorganet innefattar en gasfjäder (11b).

7. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 6, kännetecknat av att fjädringsorganet innefattar en mekanisk fjäder (11, 11a).
8. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 7, kännetecknat av att fjädringsorganet har olinjär fjäderkaraktäristik.
9. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 8, kännetecknat av att fjädringsorganet innefattar en aktiv styrd fjäder.
10. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 9, kännetecknat av att fjädringsorganet innefattar ett flertal fjädrar.
11. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 10, kännetecknat av att fjädringsorganet är anordnat att under en kort sträcka intill det ändläge hos rotorn (7) som motsvaras av flytkroppens (3) läge på en vågtopp vid maximal slaglängd utöva en kraft som är flera gånger större än den maximala kraften under en rörelseamplitud av 90 % av rotns (7) maximala slaglängd.
12. Vågkraftaggregat enligt patentkrav 11, kännetecknat av att nämnda korta sträcka utgör mindre än 10 % av rotns maximala slaglängd.
13. Vågkraftaggregat enligt patentkrav 11-12, kännetecknat av att fjäderorganet (11, 11a, 11b, 15) är så anordnat att kraften intill nämnda ändläge ökar med avtagande avstånd till ändläget.
14. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 11-13, kännetecknat av att fjädringsorganet (11, 11a, 11b, 15) innefattar ett eller flera separata fjädringselement (15) för anbringande av kraft under nämnda korta sträcka.
15. Vågkraftaggregat enligt patentkrav 14, kännetecknat av att vardera av nämnda separata fjädringselement (15) utgöres av en mekanisk tryck- eller dragfjäder.

16. Vågkraftverk kännetecknat av att det innefattar ett flertal vågkraftaggregat (20a - 20c) enligt något av patentkrav 1 - 15.

17. Användning av ett våkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 15 för
5 att generera elektrisk energi.

18. Förfarande för att generera elektrisk energi kännetecknat av att den elektriska energin genereras medelst ett eller flera vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 15.

SAMMANDRAG

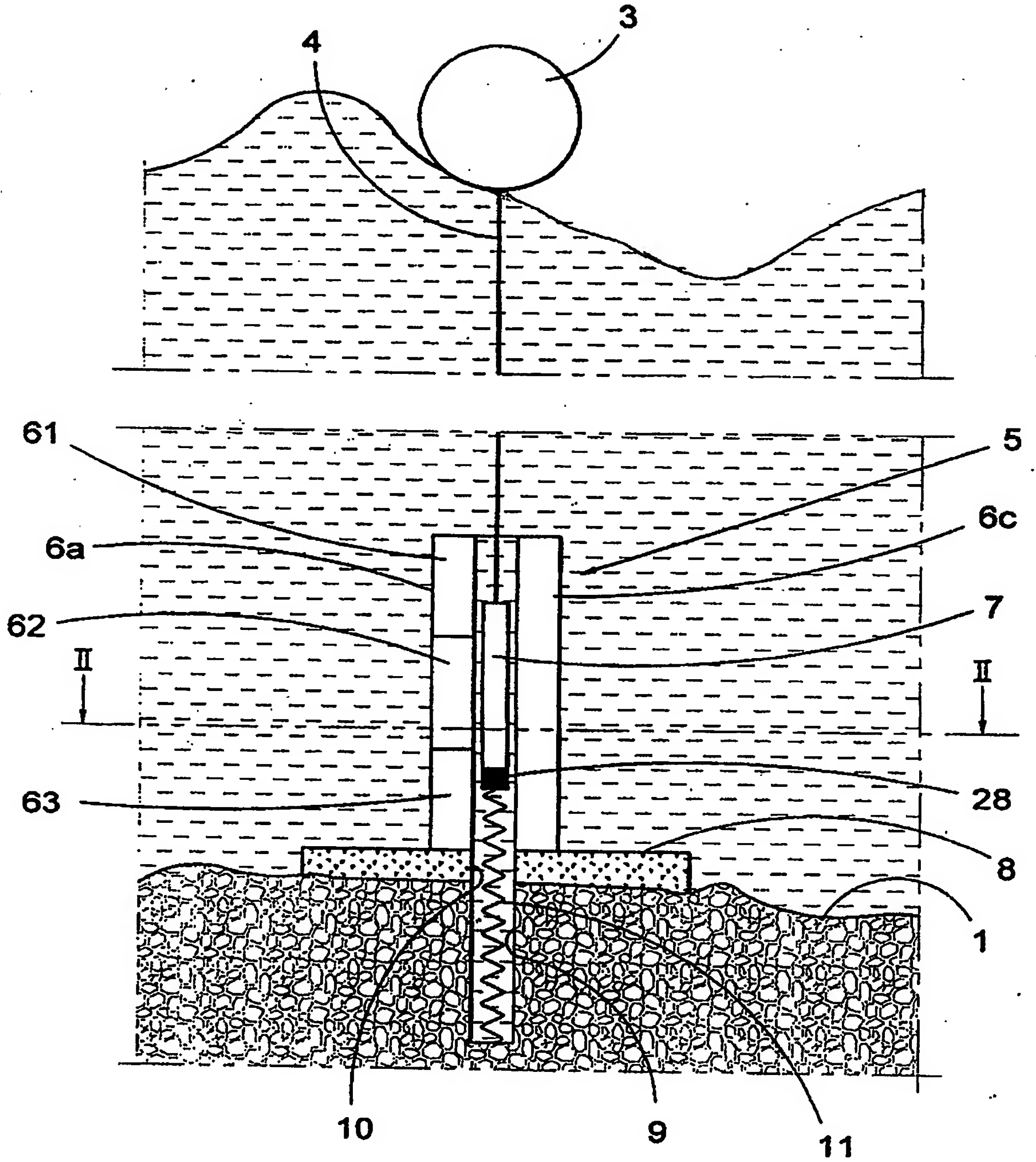
Uppfinningen avser ett vågkraftaggregat med en flytkropp och en elektrisk linjärgenerator. Rotorn (7) är med förbindelseorgan (4) förbunden med flytkroppen
5 så att lyftkraft överförs från flytkroppen till rotorn (7). Fjädringsorgan (11b) utövar en kraft på rotorn (7) som är motriktad lyftkraften.

Enligt uppfinningen är fjädringsorganet (11b) anordnat att vid en rörelseamplitud motsvarande 50 % av rotorns (7) maximala slaglängd utöva en kraft, vars storlek varierar med en faktor som är högst 2,5.

10 Uppfinningen avser även ett vågkraftverk uppbyggt av vågkraftaggregat enligt uppfinningen. Visare avser uppfinningen en användning av vågkraftaggregatet och ett förfarande för generering av elektrisk energi.

15 (Fig. 9 för publicering)

Fig. 1



2/5

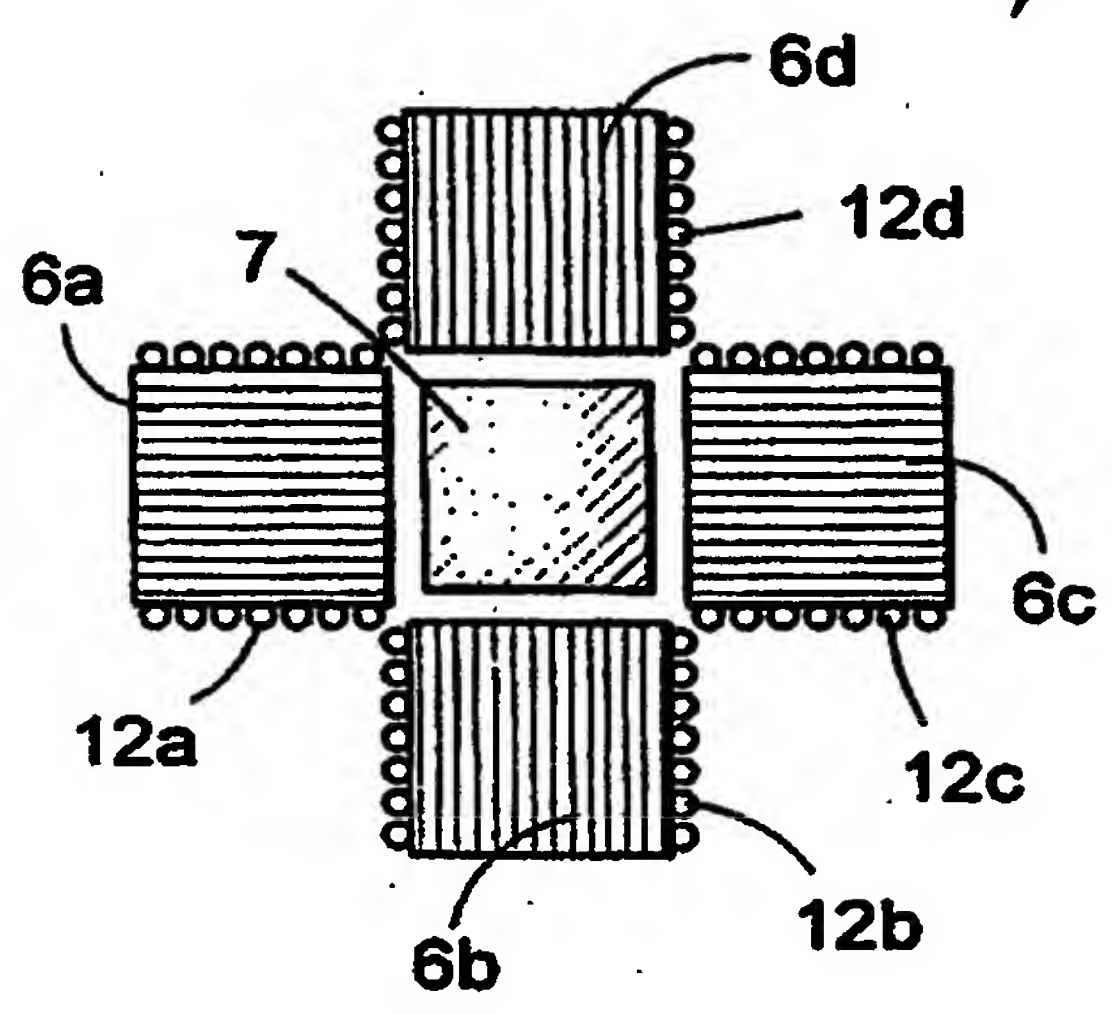


Fig. 2

Fig. 3

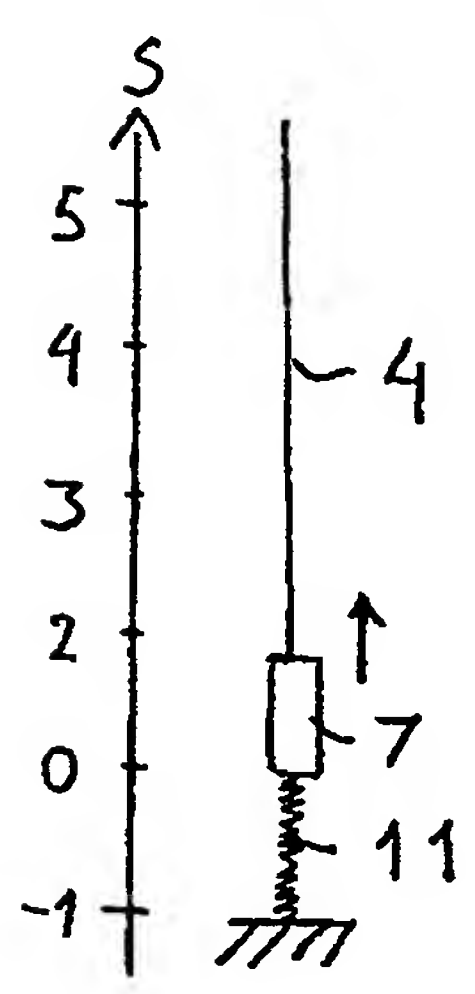


Fig. 4

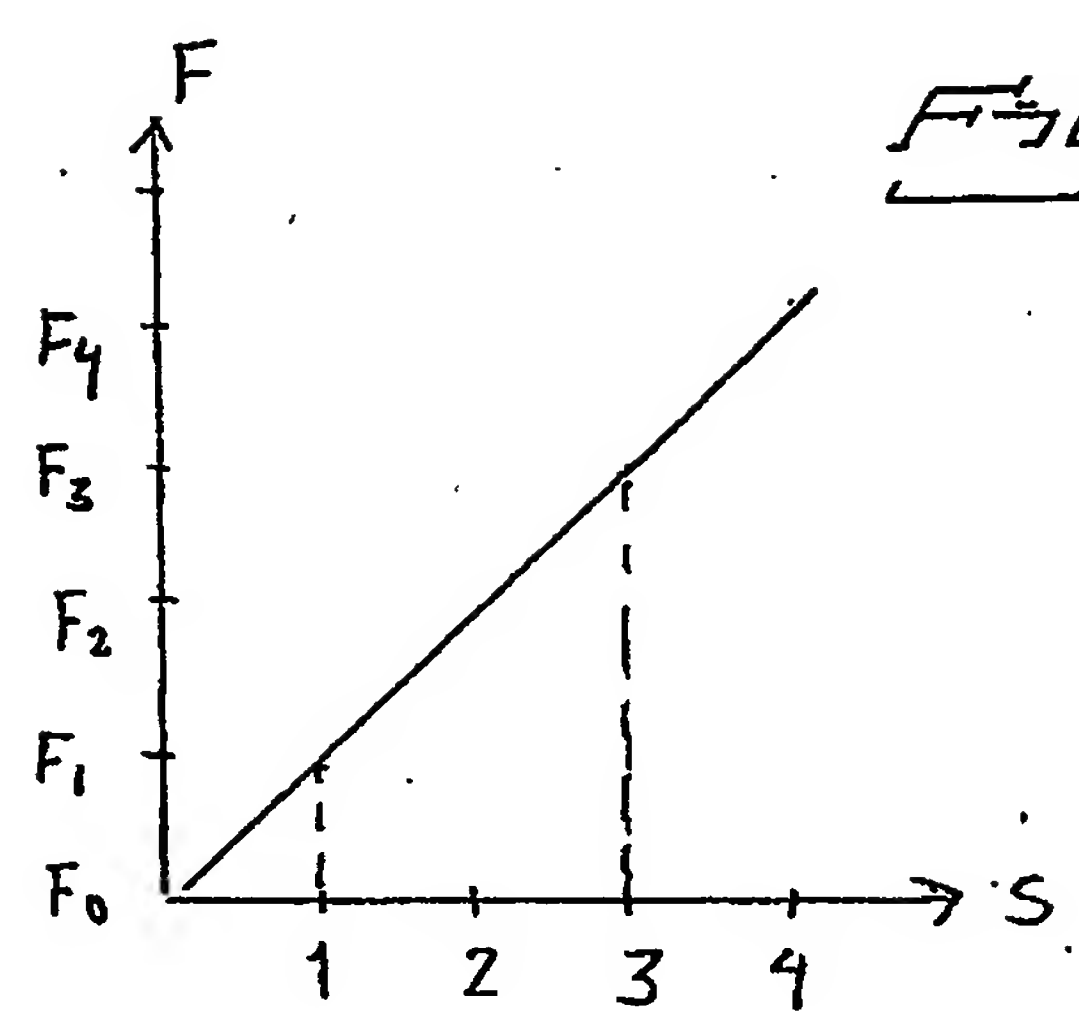


Fig. 5

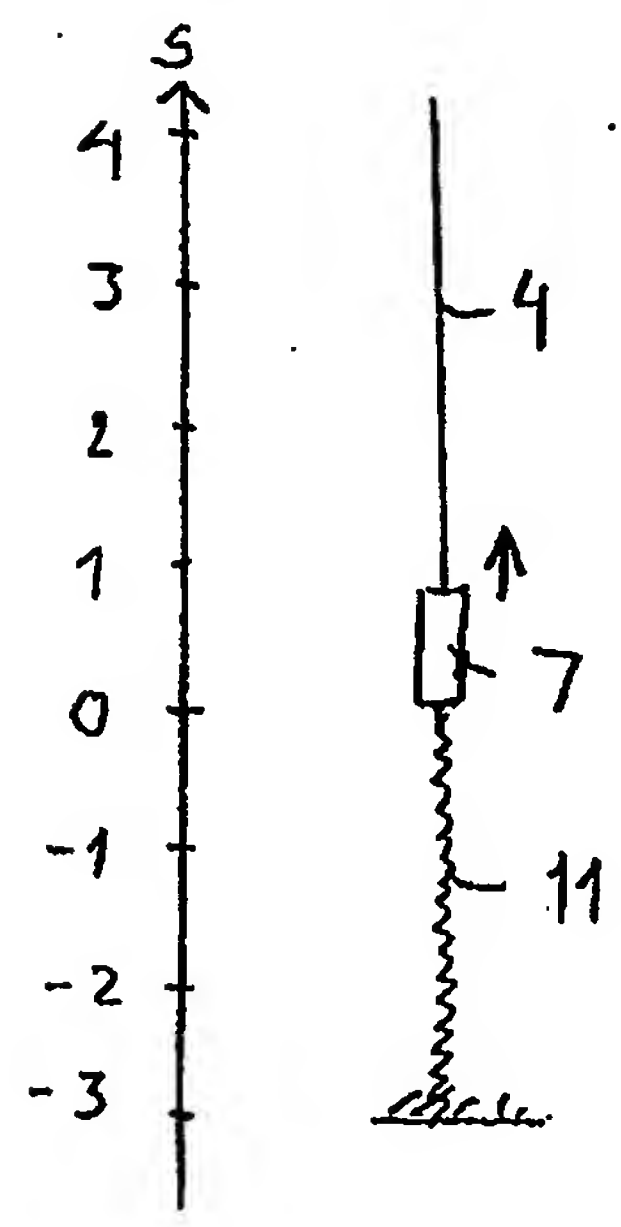
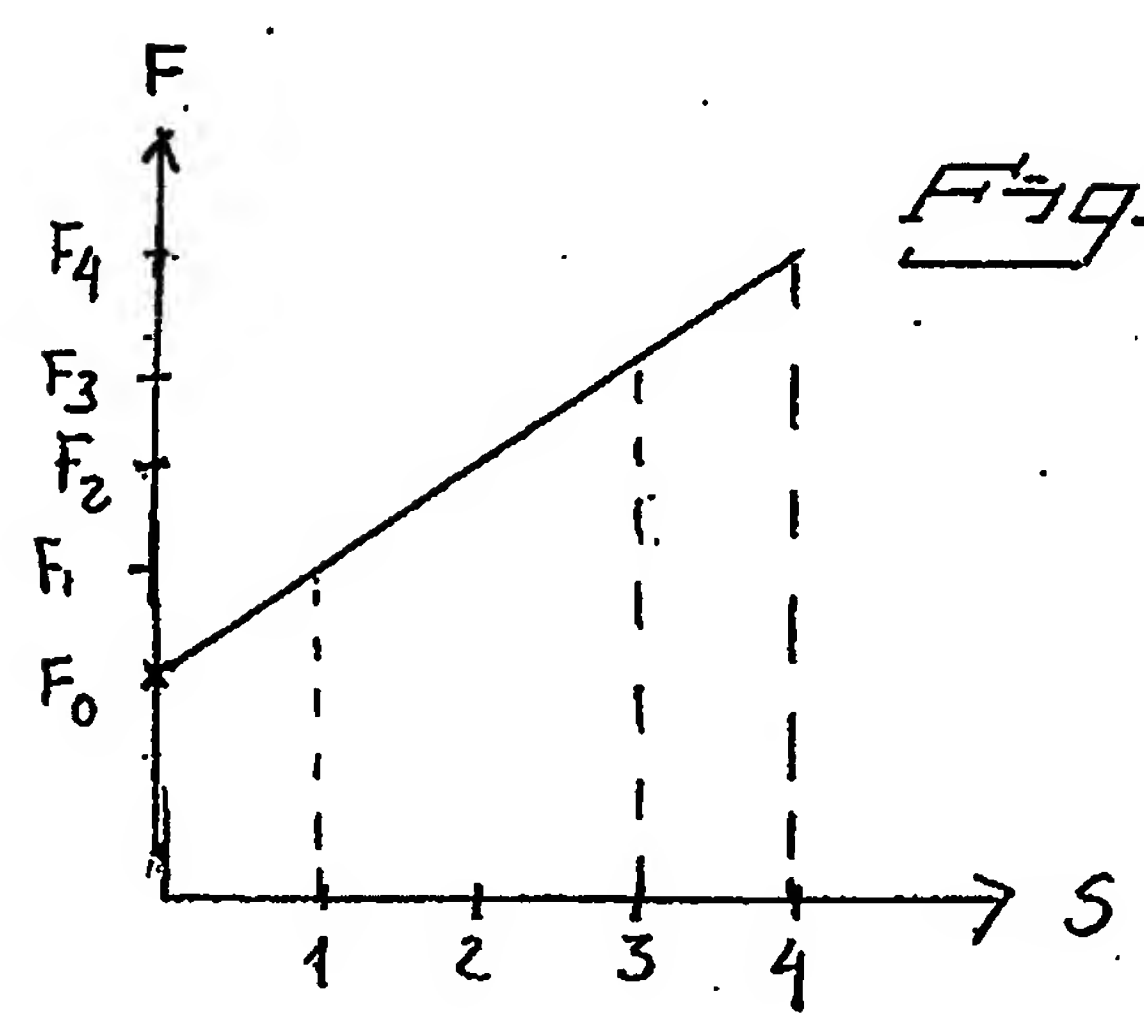


Fig. 6



3/5

Fig. 7

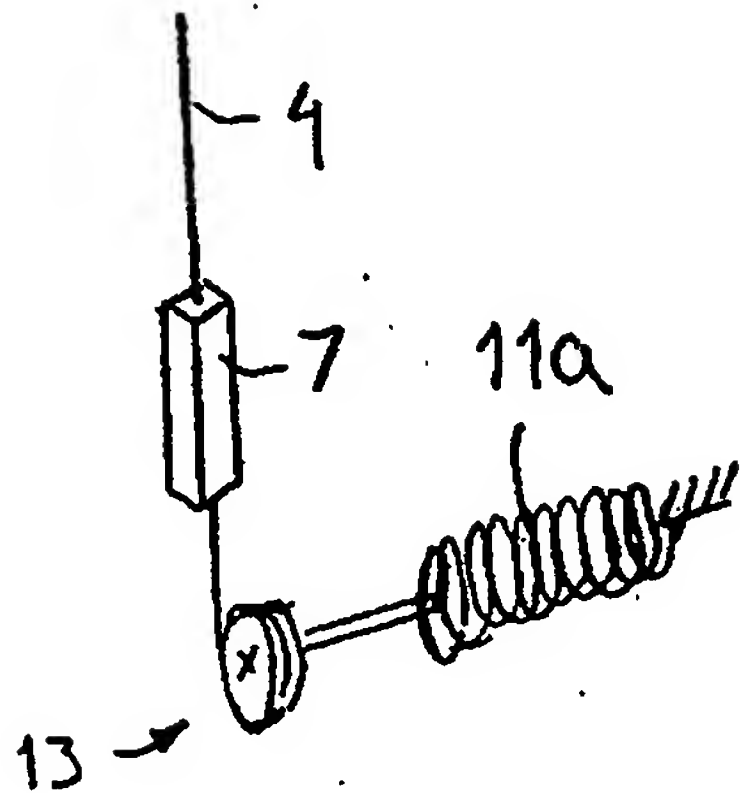


Fig. 8

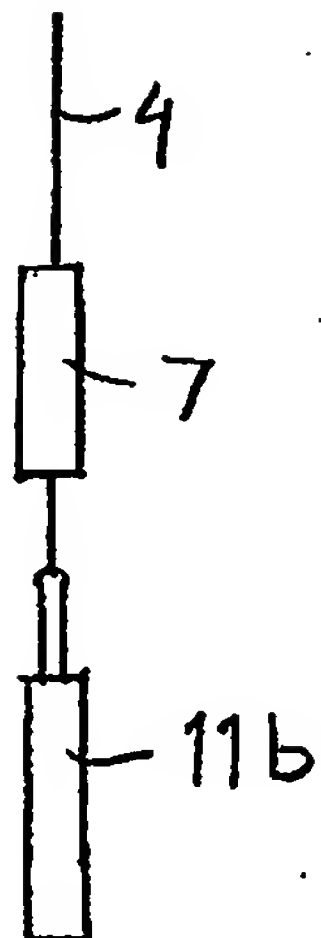
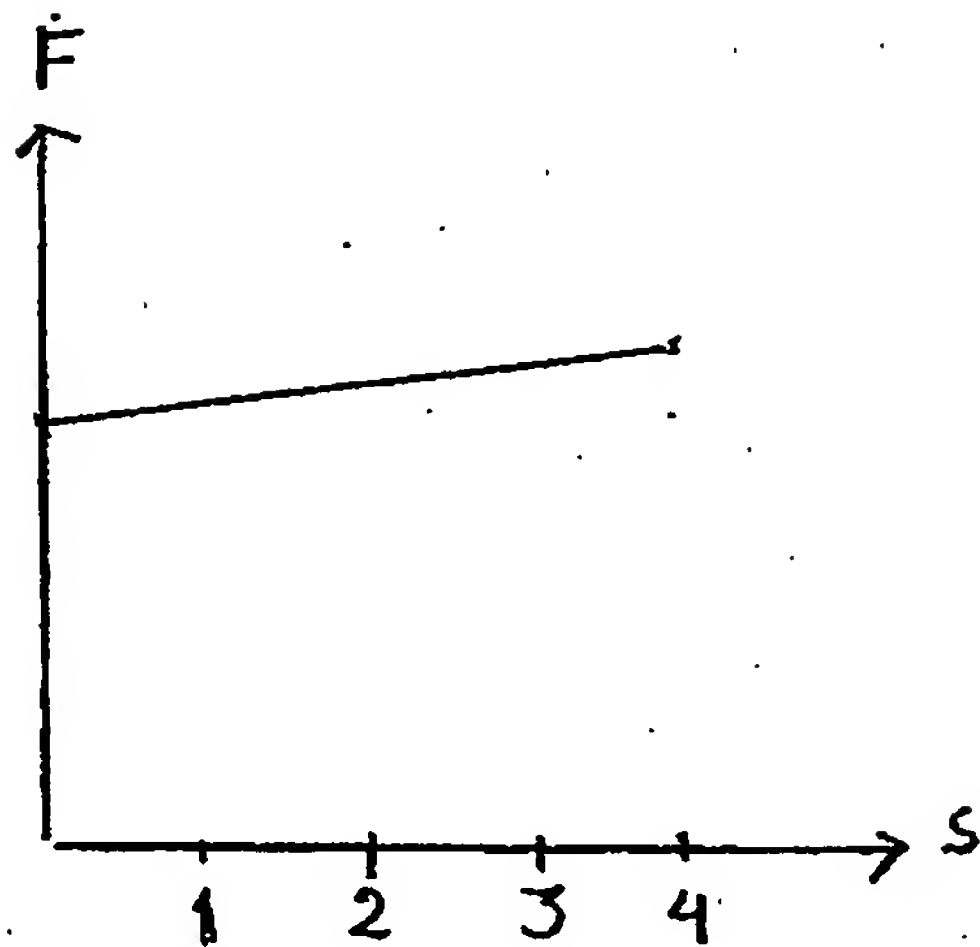


Fig. 9

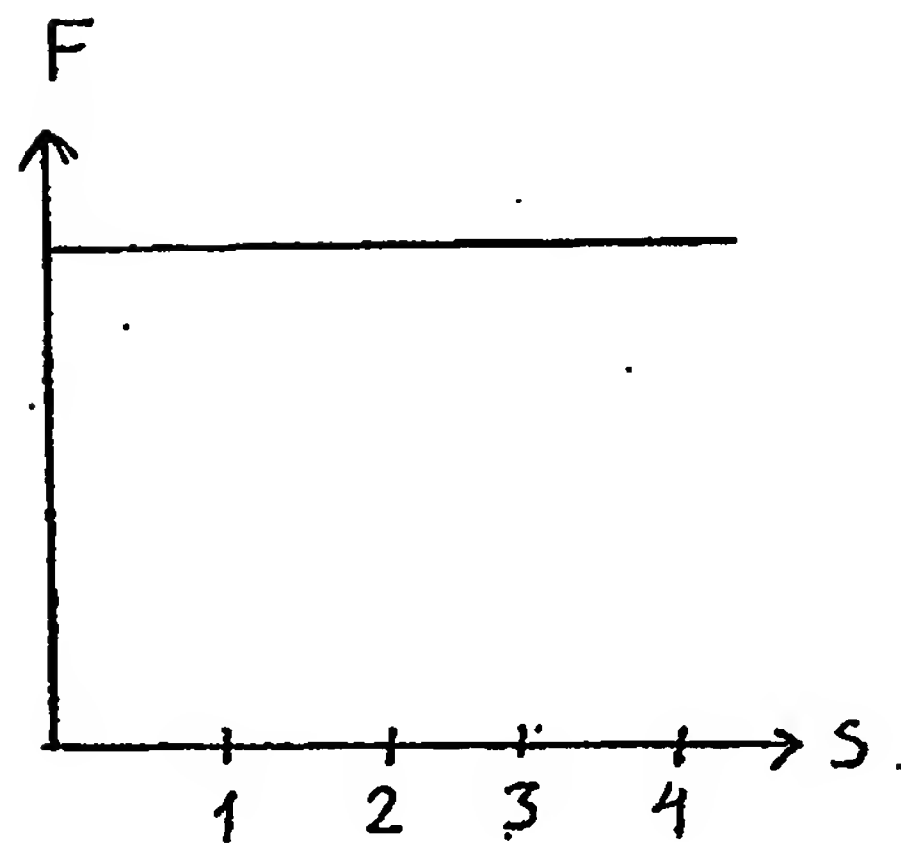


Fig. 10

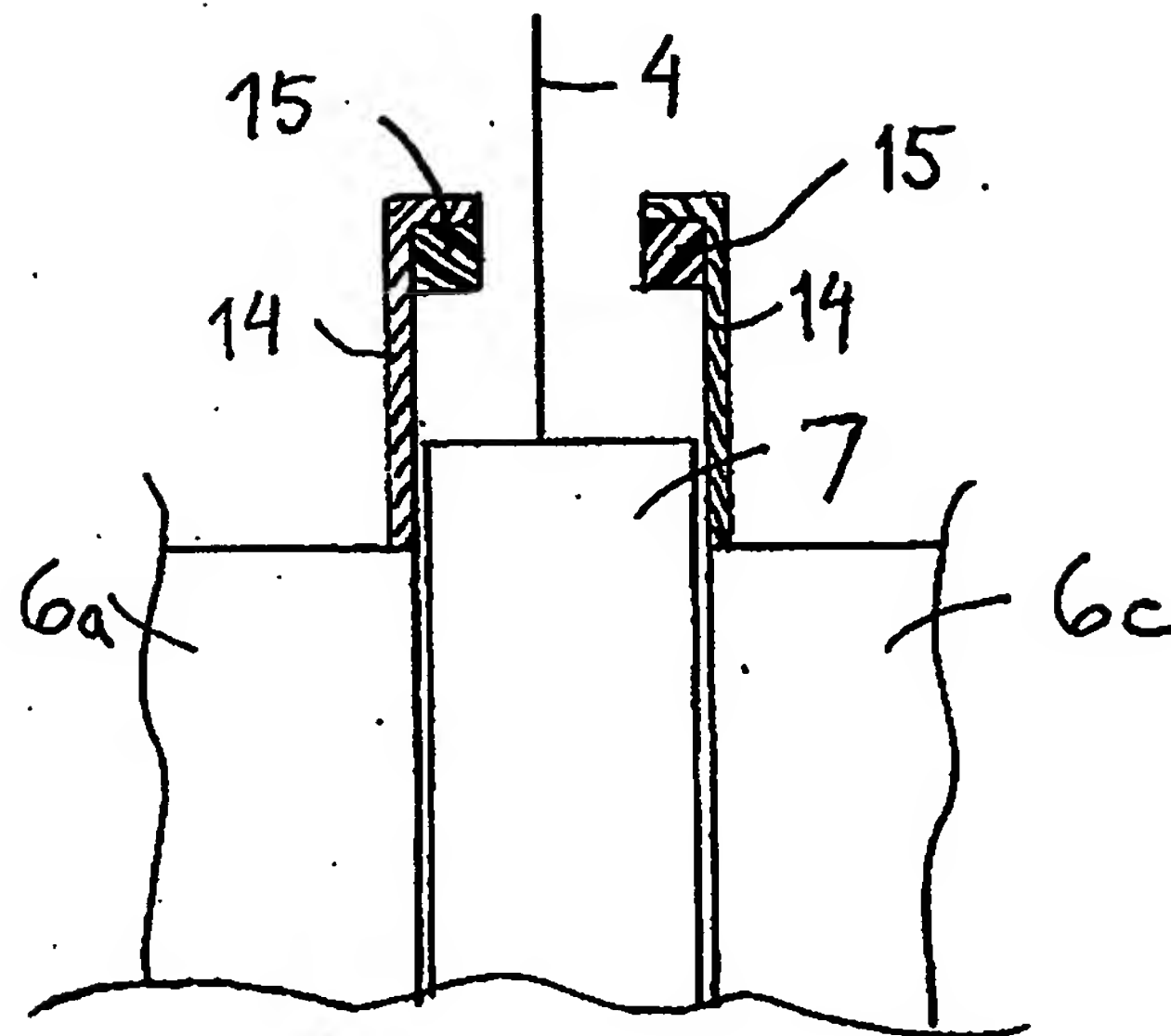


Fig. 11

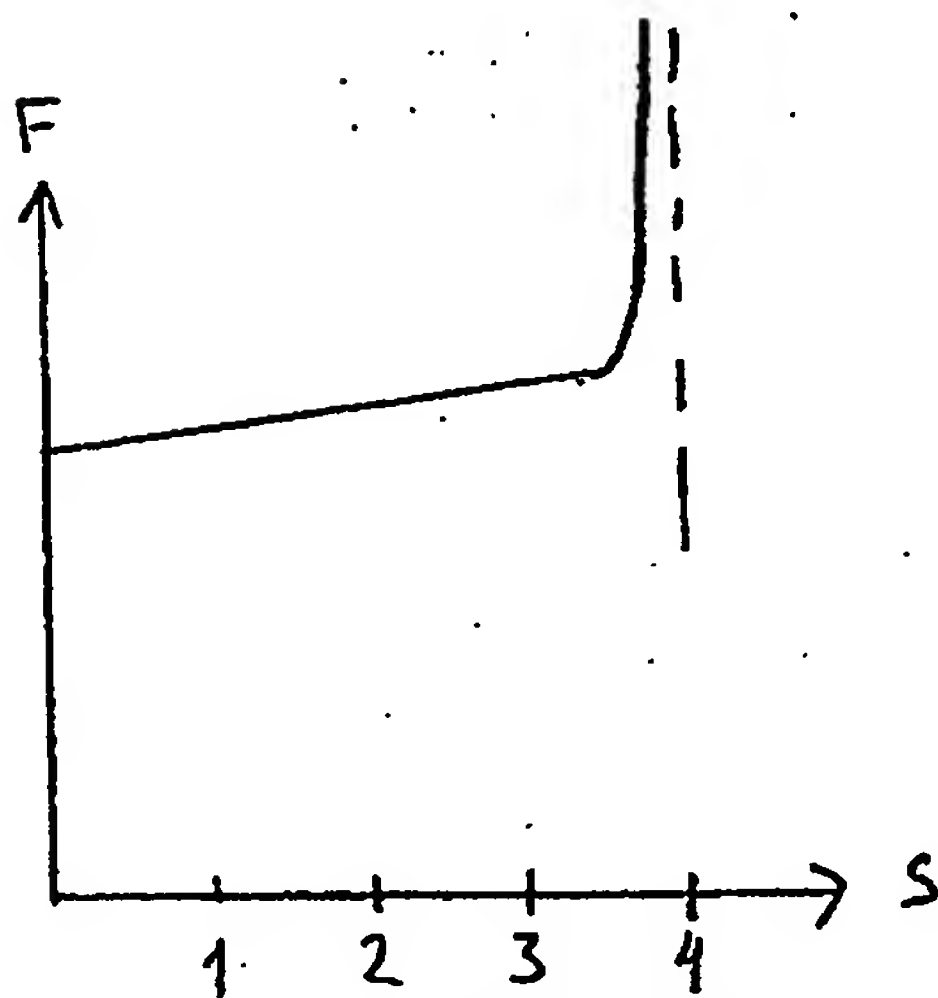


Fig. 12

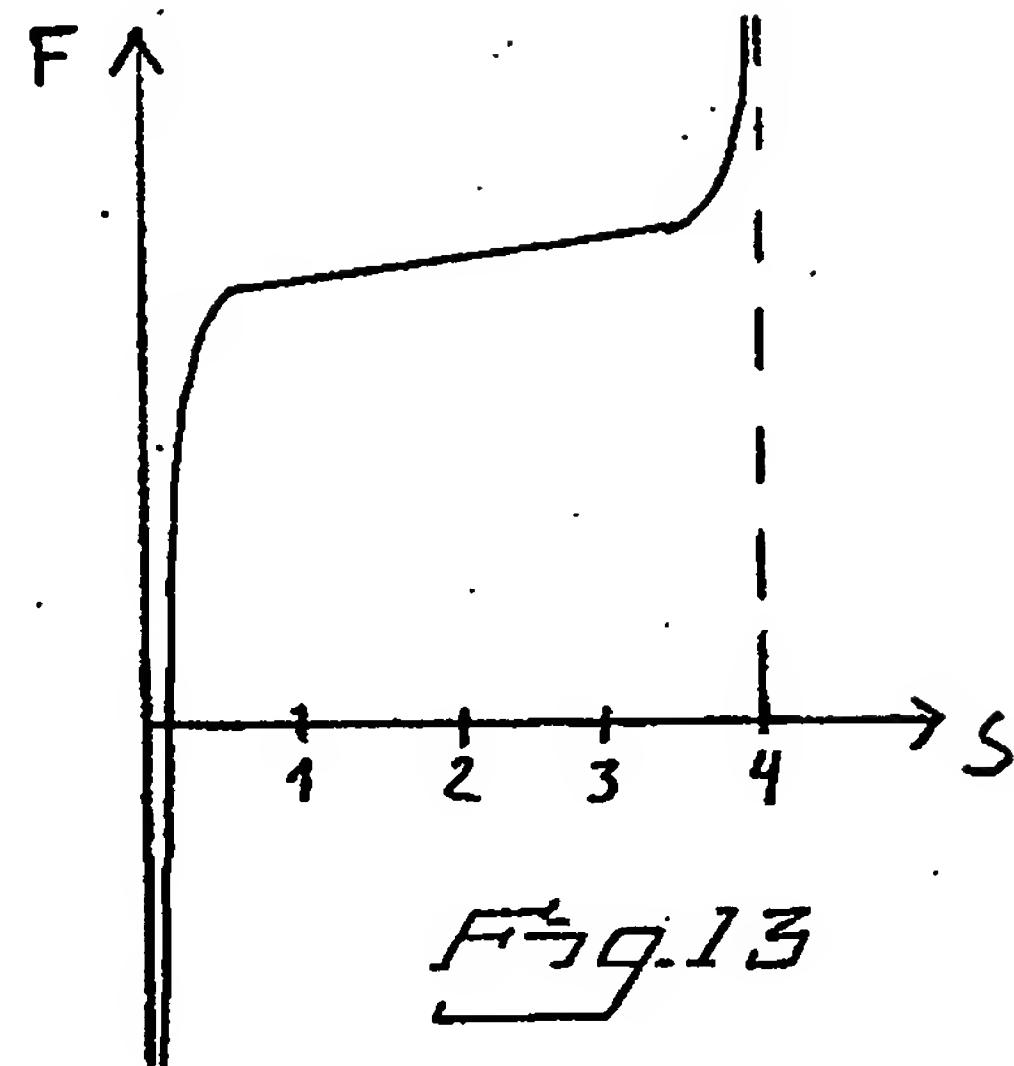


Fig. 13

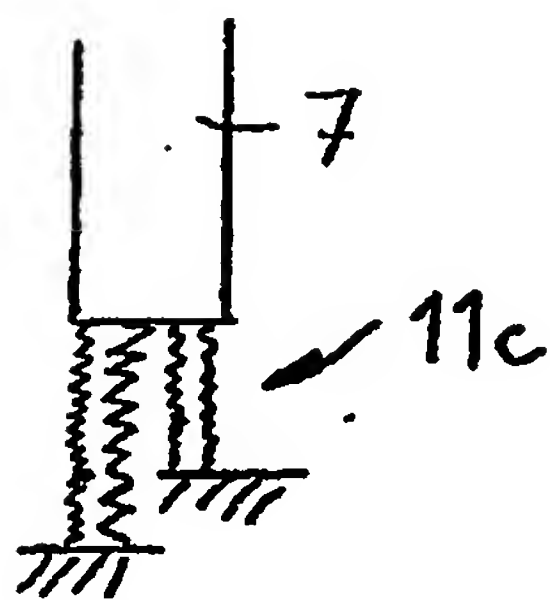


Fig. 14

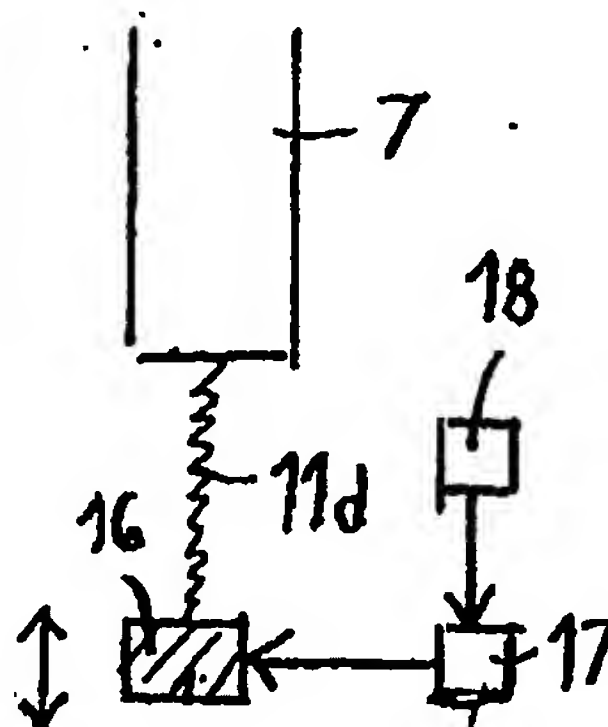


Fig. 15

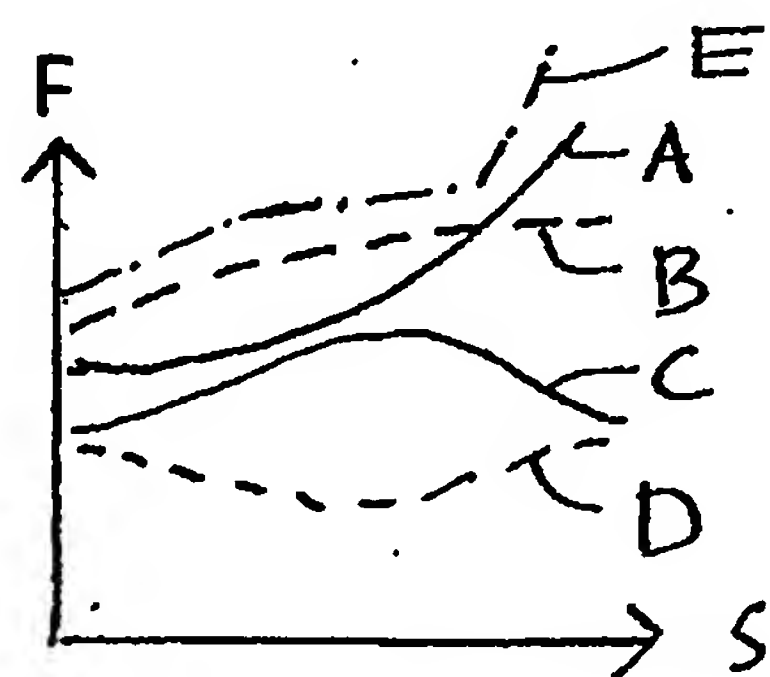
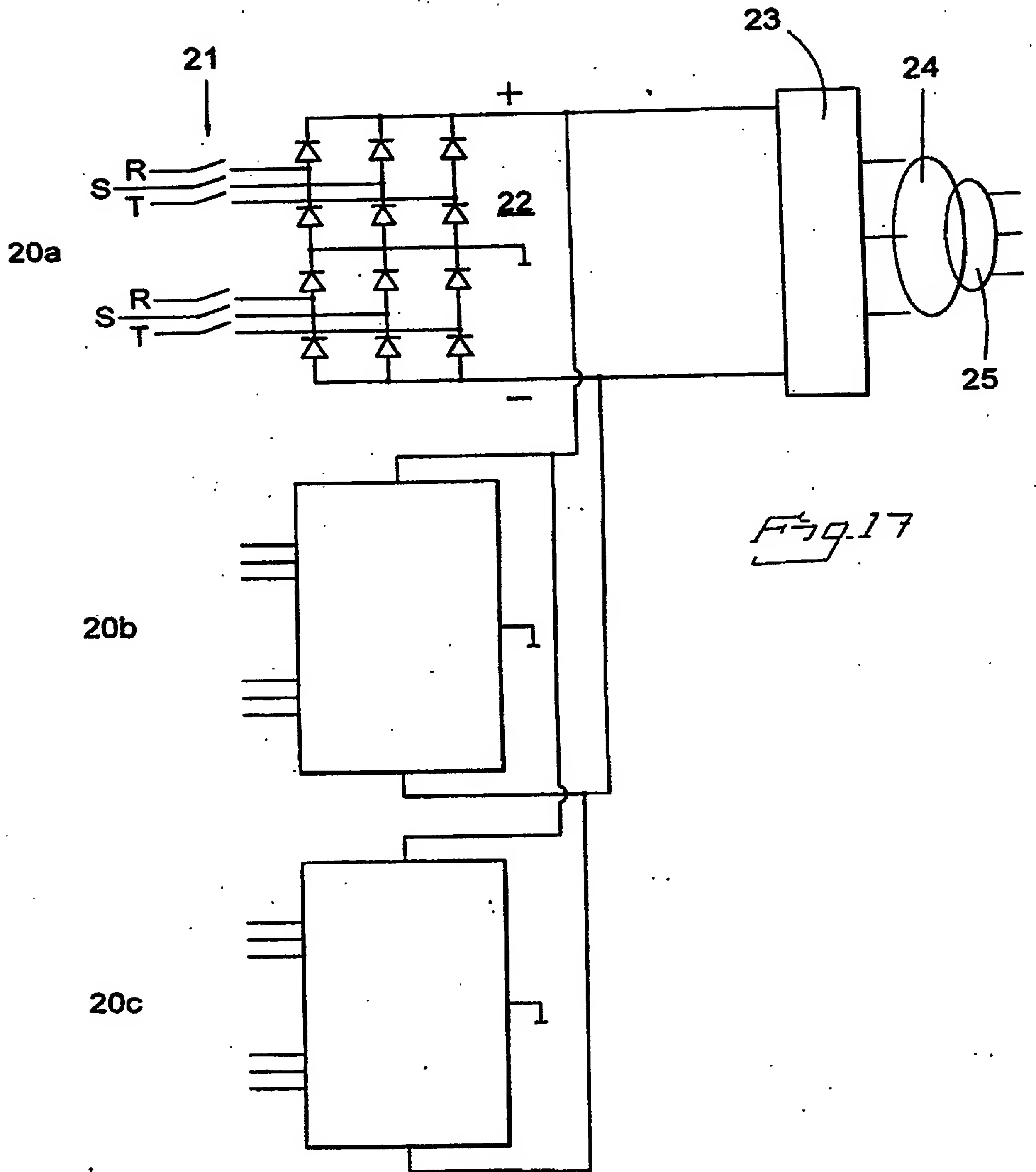


Fig. 16

5/5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.